



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**  
**DE 195 25 153 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 02 B 26/10**  
H 04 N 3/34

②① Aktenzeichen: 195 25 153.9  
②② Anmeldetag: 11. 7. 95  
②③ Offenlegungstag: 4. 1. 96

DE 195 25 153 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦① Anmelder:  
Arnold, Michael, Dr., 69214 Eppenheim, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Optoelektronisches Abtastverfahren

⑤⑦ Optoelektronisches Abtastverfahren, sogenanntes Mikros-  
canverfahren, bei dem die Abbildung auf einem Matrixde-  
tektor erfolgt, und zwar mittels optischem Abtastelement,  
das in definierten Abtastschritten relativ zu dem interessie-  
renden Bild dergestalt verschoben wird, daß die vier zuein-  
ander orthogonalen Abtastschritte maximal den Abmessun-  
gen seiner Einzelemente entsprechen, deren Auflösung  
durch die Abmessungen, ihren gegenseitigen Abstand und  
die gegenseitigen Mittelabstände gegeben ist; hierfür soll  
mit einem Minimum an mechanischem und elektronischem  
Aufwand eine kompakte, handliche und robuste Bauweise  
(ähnlich derjenigen einer Videokamera) ermöglicht werden,  
die mit geringer Leistungsaufnahme auskommt; dies wird  
dadurch ermöglicht, daß zwei gleiche Abtastelemente mit  
synchronisiert gegenläufiger Richtung verwendet werden,  
ferner mit unterschiedlichen Rotationsfrequenzen und Ab-  
lenkwirkungen periodische Ablenkungen erzeugt werden  
und schließlich die Orientierung des Ablenkmusters durch  
die Phasendifferenz der individuellen Ablenkwirkungen defi-  
niert wird.

DE 195 25 153 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 11. 95 508 061/947

6/29

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein optoelektronisches Abtastverfahren, ein sogenanntes Mikroscanverfahren, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus DE 38 37 063 C1 ist eine vergleichbare Anwendung bekannt, bei der das Mikroscanverfahren zur Aufnahme von farbigen Bildern genutzt wird, indem sukzessive die benachbarten Elemente eines Matrixdetektors mit unterschiedlicher Farbempfindlichkeit beleuchtet werden. Der Detektor wird hier z. B. mit Hilfe von Piezoelementen in zwei orthogonalen Richtungen bewegt. Aber auch die Ablenkung des optischen Strahls über Umlenkspiegel im parallelen (objektseitigen) oder konvergenten (bildseitigen) Strahlengang sowie über die Verkipfung von transparenten Plan- oder Keilplatten gehört zum Stand der Technik. Die DE 40 34 488 C1 schließlich beschreibt ein Verfahren, bei dem eine kardänisch gelagerte, um zwei Achsen kippbare Planplatte zur Erzeugung des Mikroscans verwendet wird.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, die an sich bekannten Mikroscanverfahren dahingehend zu verbessern, daß sie mit einem Minimum an mechanischem und elektronischem Aufwand eine kompakte, handliche und robuste Bauweise (ähnlich derjenigen einer Videokamera) ermöglichen und darüber hinaus auch noch mit einer geringen Leistungsaufnahme auskommen. Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch ein Verfahren nach dem Kennzeichen des Hauptanspruchs. Von Vorteil ist hierbei, daß sich auf diese Weise eine optimale Detektionsempfindlichkeit sowie durch eine konstante Rotationsgeschwindigkeit bei geringem Raumbedarf auch ein Minimum an Leistungs-, Steuer- und Regelungsaufwand erzielen läßt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung nach Patentanspruch 2 ermöglicht eine Anpassung des erfindungsgemäßen Verfahrens an die Einbaugegebenheiten innerhalb des optischen Systems, wobei transparente Keile und Spiegel eine Winkelablenkung und transparente Planplatten einen Parallelversatz des optischen Strahls erzeugen.

Auch eine Weiterbildung nach Patentanspruch 3 kann insofern zweckmäßig sein, weil vor allem durch sie Einfluß auf den Umfang des Steuer- und Regelungsaufwands genommen wird.

Bei einer Ausgestaltung nach Patentanspruch 5 oder auch 7 kann durch eine besonders lange Verweildauer in den vier bevorzugten Scanpositionen gegenüber den dazwischenliegenden Übergangszeiten die Detektionsempfindlichkeit günstig beeinflusst werden.

Auch die restlichen Unteransprüche enthalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

## Beispielsbeschreibung

Im folgenden werden an Hand einer Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert, wobei die in den einzelnen Figuren einander entsprechenden Teile dieselben Bezugszeichen aufweisen. Es zeigt

Fig. 1 das Prinzip des erfindungsgemäßen Abtastverfahrens bei einem  $2 \times 2$ -Mikroscan,

Fig. 2 die bevorzugten Bauformen und örtlichen Einbaumöglichkeiten des hierbei verwendeten optischen Abtastelementes in Form von

Fig. 2a einer keilförmigen Platte,

Fig. 2b einem gekippten Spiegel oder einer gekippten Plan- oder Keilplatte im konvergenten Strahlengang zwischen Objektiv und Detektor sowie

Fig. 2c einem gekippten Spiegel zwischen Objektiv

und Detektor, wobei der Spiegel hier auch Umlenkfunktion hat,

Fig. 3 den Kreisbogen, den der abgelenkte optische Strahl bei Rotation des Abtastelementes vollzieht und

Fig. 4 eine Ablenkzykloide wie sie sich bei entsprechender Wahl von Ablenkwinkel und gegenläufiger Rotationsgeschwindigkeit ergibt.

Fig. 1 zeigt einen  $2 \times 2$ -Mikroscan für einen Matrixdetektor mit quadratischen Einzelementen, die hier schraffiert dargestellt sind. Die Abtastzeilen sind durch die Einzelemente  $m$  und  $m+1$ , und die Abtastspalten durch die Einzelemente  $n$  und  $n+1$  symbolisiert. Diese Einzelemente sind im anstehenden Fall, einem Sonderfall, durch gleichgroße nichtempfindliche Bereiche voneinander getrennt, die hier nichtschraffiert dargestellt sind. Bei einem anderen, zeichnerisch nicht dargestellten Ausführungsbeispiel sind die nichtempfindlichen Bereiche meist sehr viel kleiner, ja sie können im Extremfall bis zur abstandslosen Aneinandergrenzung der Einzelemente zusammenschrumpfen, ohne daß dadurch der Rahmen der Erfindung verlassen würde. Die Detektorelemente werden so verschoben, daß ihre Mittenlagen nacheinander die markierten Scanpositionen I bis IV einnehmen. Die punktierte Linienführung kann man auch als Abtastschleife auffassen. Hierbei mißt das Einzelement in der Position I die über seine Empfangsfläche integrierte Strahlungsstärke. Das resultierende Signal wird digitalisiert und in einem zeichnerisch nicht näher dargestellten Speicher eines Bildverarbeitungssystems abgelegt. In gleicher Weise wird nach Verschieben des Einzelementes in die Scanpositionen II, III und IV verfahren, so daß in dem gezeigten Beispiel eine vollständige und lückenlose Abtastung der Bildinformation möglich ist.

Mit der Detektormatrix von  $m \times n$  Einzelementen liegt die Bildinformation beim  $2 \times 2$ -Mikroscan in  $(2m) \times (2n)$  Pixeln vor, das heißt die Orts- und Winkelauflösung des Bildsensors ist gegenüber einer Abtastung ohne Mikroscan um den Faktor 2 verbessert.

Die optimale, durch den Mikroscan erreichbare Auflösung ist nach dem Nyquist-Theorem mit der Detektorabmessung  $d$  verknüpft durch  $\Delta = d/2$ . Daher kann auch bei nahezu aneinandergrenzenden Einzelementen die Orts- und Winkelauflösung durch das Mikroscanverfahren verbessert werden, wenn durch entsprechende Maßnahmen die sich überlappenden Bildinformationen entfaltet werden.

In Fig. 2 sind die prinzipiellen Bauformen des Abtastelementes sowie seine örtlichen Einbaumöglichkeiten innerhalb des optischen Systems dargestellt. Einfachheit halber ist jeweils nur ein Abtastelement gezeichnet; mit ihm läßt sich u. a. das quadratische Ablenkmuster gemäß Fig. 1 durch schrittweises Drehen um jeweils  $90^\circ$  erzeugen. Im speziellen zeigt Fig. 2a eine keilförmige Platte vor dem Objektiv einer nicht näher dargestellten Abtastvorrichtung. Fig. 2b zeigt einen gekippten Spiegel oder auch eine gekippte Plan- oder Keilplatte im konvergenten Strahlengang zwischen Objektiv und Detektor, wobei beim Einsatz eines Spiegels bedarfsweise auch die Einbauposition vor dem Objektiv möglich ist. In Fig. 2c ist ein gekippter Spiegel gleichfalls zwischen Objektiv und Detektor vorgesehen, wobei der Spiegel hier auch Umlenkfunktion hat.

Bei Rotation des Abtastelementes dagegen beschreibt der abgelenkte Strahl einen Kreisbogen, wie er in Fig. 3 mit den vier markierten Scanpositionen I, II, III und IV dargestellt ist.

Bei hohen Bildfolgefrequenzen und damit schnellen

Abtastvorgängen kann das schrittweise Drehen zu erheblichen Anforderungen an die Antriebselemente führen. Die vorliegende Erfindung verwendet daher für schnelle  $2 \times 2$ -Mikroscanabtastung, wie sie z. B. für standardisierte 25 Hz-Bildwiedergabefrequenz benötigt wird, ein synchronisiertes, kontinuierlich und gegenläufig rotierendes Paar von Abtastelementen, mit denen es gleichfalls möglich ist, ein nahezu quadratisches Abtastmuster ähnlich Fig. zu erzeugen.

Hierbei resultiert die Gesamtablenkung  $A(t)$  des optischen Strahls aus der vektoriellen Summe der Ablenkungen der einzelnen Abtastelemente mit

$$A(t) = A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t + \Phi)$$

wobei:

$\omega_1, \omega_2$  = die Rotationsfrequenzen der beiden Abtastelemente,

$A_1, A_2$  = die individuellen Ablenkungen der Ablenkelemente und

$\Phi$  = die Phasendifferenz zwischen den beiden Ablenkungen zum Zeitpunkt  $t = t_0$  sind bzw. ist.

Fig. 4 zeigt eine zyloide Ablenkfigur wie sie durch die entsprechende Wahl der individuellen Ablenkwinkel und Rotationsgeschwindigkeiten mit gegenläufig rotierenden Abtastelementen erzeugt werden kann. Der optische Strahl muß hierfür während der Umkehr für einen längeren Zeitraum annähernd am gleichen Ort, das heißt an den Eckpunkten des angenäherten Quadrates, verharren. Die dargestellte Ablenkzykloide gilt für den Fall, daß die Ablenkungen  $A_1$  von Ablenkelement 1 und  $A_2$  von Ablenkelement 2 im Verhältnis  $A_1 : A_2 = 2 : 1$  und die Rotationsfrequenzen  $\omega_1$  bzw.  $\omega_2$  im Verhältnis  $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 3$  stehen. Die Phasendifferenz ist hier  $\Phi = 60^\circ$  und das Verhältnis der Verweildauer in den Umkehrpunkten zur Gesamtdauer einer Scanperiode, der sogenannte Scanwirkungsgrad, liegt bei ca. 70%. Es versteht sich, daß bei anderen Ausführungsbeispielen auch andere Zahlenverhältnisse, Phasendifferenzen und Scanwirkungsgrade möglich sind, ohne hierdurch den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die gegenläufige Rotationsbewegung der beiden Ablenkelemente läßt sich mit dem festen Verhältnis der Rotationsfrequenzen über einen einzelnen Antrieb mit abgestimmten Übersetzungsverhältnissen realisieren, und zwar beispielsweise durch eine mechanische Zwangskopplung mit Hilfe von Zahnrädern, Zahnketten, Keilriemen und dgl.

#### Patentansprüche

1. Optoelektronisches Abtastverfahren, sogenanntes Mikroscanverfahren, bei dem die Abbildung auf einem Matrixdetektor erfolgt, und zwar mittels optischem Abtastelement, das in definierten Abtastschritten relativ zu dem interessierenden Bild nach Art einer Abtastschleife dergestalt verschoben wird, daß die vier zueinander orthogonalen Abtastschritte maximal den Abmessungen seiner Einzellelemente entsprechen, deren Auflösung durch die Abmessungen, ihren gegenseitigen Abstand und die gegenseitigen Mittelabstände gegeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) zwei gleiche Abtastelemente mit synchronisiert gegenläufiger Richtung verwendet werden,
- b) mit unterschiedlichen Rotationsfrequenzen

und Ablenkwirkungen periodische Ablenkungen erzeugt werden und  
c) die Orientierung des Ablenkmusters durch die Phasendifferenz der individuellen Ablenkwirkungen definiert wird.

2. Optoelektronisches Abtastverfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Abtastelement paarweise und mit definierten Neigungswinkeln relativ zur optischen Achse angeordnete Spiegel, optisch transparente Keile (Fig. 2a) oder optisch transparente Planplatten (Fig. 2b) verwendet werden.

3. Optoelektronisches Abtastverfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die gegenläufigen Rotationsbewegungen der beiden Abtastelemente mit Hilfe einer mechanischen Zwangskopplung synchronisiert werden.

4. Optoelektronisches Abtastverfahren nach Patentanspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtablenkung  $A(t)$  des optischen Strahls aus der vektoriellen Summe  $A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t + \Phi)$  der Ablenkungen der Einzelplatten, -spiegel oder -keile gewonnen wird.

5. Optoelektronisches Abtastverfahren nach einem der vorausgehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelplatten, -spiegel oder -keile mittels individueller Ablenkwinkel und Rotationsbewegungen angetrieben und der optische Strahl in seinen Ablenkpositionen (I, II, III, IV), die gleichzeitig seinen Umlenkpunkten entsprechen, jeweils über einen längeren Zeitraum annähernd am gleichen Ort gehalten wird (Fig. 4).

6. Optoelektronisches Abtastverfahren nach Patentanspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelablenkungen  $A_1$  der einen Einzelplatte und die Einzelablenkung  $A_2$  der anderen Einzelplatte im Verhältnis  $A_1 : A_2 = 2 : 1$  und die Rotationsfrequenzen  $\omega_1$  und  $\omega_2$  im Verhältnis  $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 3$  angewendet werden.

7. Optoelektronisches Abtastverfahren nach einem der vorausgehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von den ursprünglich zwei Abtastelementen nur ein einziges verwendet wird, indem es in definierten Winkelschritten in die jeweilige Ablenkposition gedreht wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

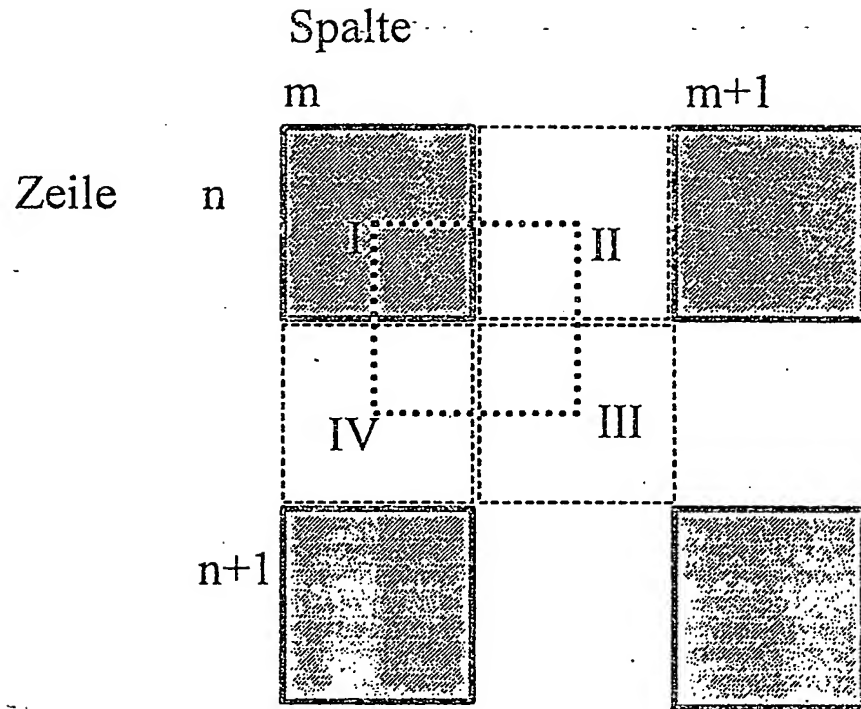


Fig. 1

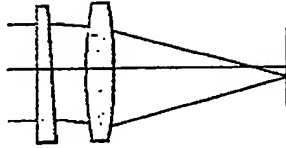


Fig. 2a

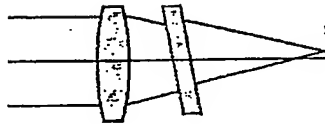


Fig. 2b

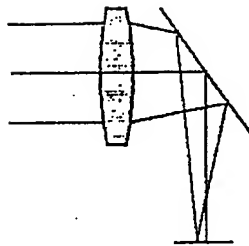


Fig 2c

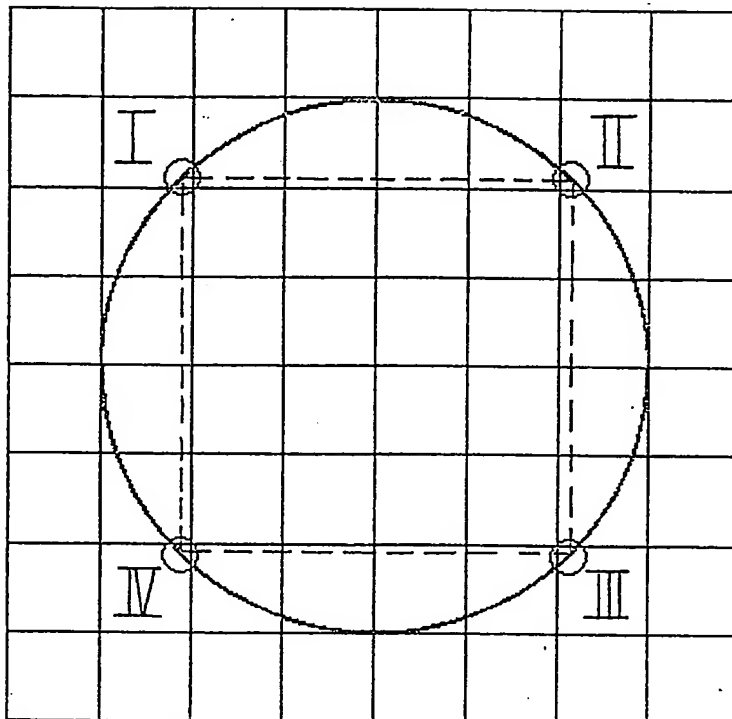


Fig. 3

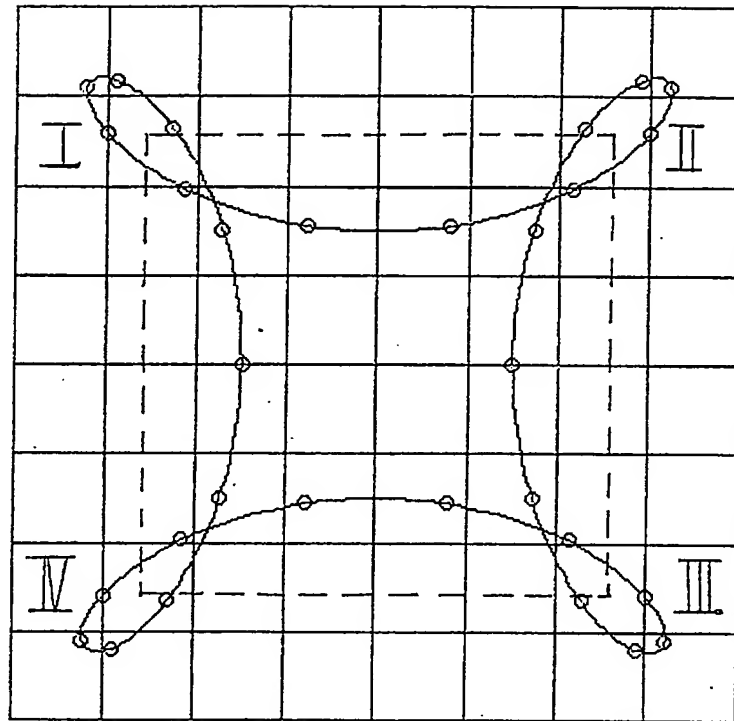


Fig. 4



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 25 153 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 02 B 26/10**  
H 04 N 3/34

⑳ Aktenzeichen: 195 25 153.9  
㉑ Anmeldetag: 11. 7. 95.  
㉒ Offenlegungstag: 4. 1. 96

DE 195 25 153 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

㉗ Anmelder:  
Arnold, Michael, Dr., 69214 Eppelheim, DE

㉘ Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Optoelektronisches Abtastverfahren

⑤⑦ Optoelektronisches Abtastverfahren, sogenanntes Mikros-  
canverfahren, bei dem die Abbildung auf einem Matrixde-  
tektor erfolgt, und zwar mittels optischem Abtastelement,  
das in definierten Abtastschritten relativ zu dem interessie-  
renden Bild dergestalt verschoben wird, daß die vier zuein-  
ander orthogonalen Abtastschritte maximal den Abmessun-  
gen seiner Einzelelemente entsprechen, deren Auflösung  
durch die Abmessungen, ihren gegenseitigen Abstand und  
die gegenseitigen Mittelabstände gegeben ist; hierfür soll  
mit einem Minimum an mechanischem und elektronischem  
Aufwand eine kompakte, handliche und robuste Bauweise  
(ähnlich derjenigen einer Videokamera) ermöglicht werden,  
die mit geringer Leistungsaufnahme auskommt; dies wird  
dadurch ermöglicht, daß zwei gleiche Abtastelemente mit  
synchronisiert gegenläufiger Richtung verwendet werden,  
ferner mit unterschiedlichen Rotationsfrequenzen und Ab-  
lenkwirkungen periodische Ablenkungen erzeugt werden  
und schließlich die Orientierung des Ablenkmusters durch  
die Phasendifferenz der individuellen Ablenkwirkungen defi-  
niert wird.

DE 195 25 153 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 11.95 508 061/947

6/29



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein optoelektronisches Abtastverfahren, ein sogenanntes Mikroscanverfahren, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus DE 38 37 063 C1 ist eine vergleichbare Anwendung bekannt, bei der das Mikroscanverfahren zur Aufnahme von farbigen Bildern genutzt wird, indem sukzessive die benachbarten Elemente eines Matrixdetektors mit unterschiedlicher Farbempfindlichkeit beleuchtet werden. Der Detektor wird hier z. B. mit Hilfe von Piezoelementen in zwei orthogonalen Richtungen bewegt. Aber auch die Ablenkung des optischen Strahls über Umlenkspiegel im parallelen (objektseitigen) oder konvergenten (bildseitigen) Strahlengang sowie über die Verkipfung von transparenten Plan- oder Keilplatten gehört zum Stand der Technik. Die DE 40 34 488 C1 schließlich beschreibt ein Verfahren, bei dem eine kardanisch gelagerte, um zwei Achsen kippbare Planplatte zur Erzeugung des Mikroscans verwendet wird.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, die an sich bekannten Mikroscanverfahren dahingehend zu verbessern, daß sie mit einem Minimum an mechanischem und elektronischem Aufwand eine kompakte, handliche und robuste Bauweise (ähnlich derjenigen einer Videokamera) ermöglichen und darüber hinaus auch noch mit einer geringen Leistungsaufnahme auskommen. Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch ein Verfahren nach dem Kennzeichen des Hauptanspruchs. Von Vorteil ist hierbei, daß sich auf diese Weise eine optimale Detektionsempfindlichkeit sowie durch eine konstante Rotationsgeschwindigkeit bei geringem Raumbedarf auch ein Minimum an Leistungs-, Steuer- und Regelungsaufwand erzielen läßt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung nach Patentanspruch 2 ermöglicht eine Anpassung des erfindungsgemäßen Verfahrens an die Einbaugegebenheiten innerhalb des optischen Systems, wobei transparente Keile und Spiegel eine Winkelablenkung und transparente Planplatten einen Parallelversatz des optischen Strahls erzeugen.

Auch eine Weiterbildung nach Patentanspruch 3 kann insofern zweckmäßig sein, weil vor allem durch sie Einfluß auf den Umfang des Steuer- und Regelungsaufwands genommen wird.

Bei einer Ausgestaltung nach Patentanspruch 5 oder auch 7 kann durch eine besonders lange Verweildauer in den vier bevorzugten Scanpositionen gegenüber den dazwischenliegenden Übergangszeiten die Detektionsempfindlichkeit günstig beeinflusst werden.

Auch die restlichen Unteransprüche enthalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

## Beispielsbeschreibung

Im folgenden werden an Hand einer Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert, wobei die in den einzelnen Figuren einander entsprechenden Teile dieselben Bezugszeichen aufweisen. Es zeigt

Fig. 1 das Prinzip des erfindungsgemäßen Abtastverfahrens bei einem  $2 \times 2$ -Mikroscan,

Fig. 2 die bevorzugten Bauformen und örtlichen Einbaumöglichkeiten des hierbei verwendeten optischen Abtastelementes in Form von

Fig. 2a einer keilförmigen Platte,

Fig. 2b einem gekippten Spiegel oder einer gekippten Plan- oder Keilplatte im konvergenten Strahlengang zwischen Objektiv und Detektor sowie

Fig. 2c einem gekippten Spiegel zwischen Objektiv

und Detektor, wobei der Spiegel hier auch Umlenkfunktion hat,

Fig. 3 den Kreisbogen, den der abgelenkte optische Strahl bei Rotation des Abtastelementes vollzieht und

Fig. 4 eine Ablenkzykloide wie sie sich bei entsprechender Wahl von Ablenkwinkel und gegenläufiger Rotationsgeschwindigkeit ergibt.

Fig. 1 zeigt einen  $2 \times 2$ -Mikroscan für einen Matrixdetektor mit quadratischen Einzelementen, die hier schraffiert dargestellt sind. Die Abtastzeilen sind durch die Einzelemente  $m$  und  $m+1$ , und die Abtastspalten durch die Einzelemente  $n$  und  $n+1$  symbolisiert. Diese Einzelemente sind im anstehenden Fall, einem Sonderfall, durch gleichgroße nichtempfindliche Bereiche voneinander getrennt, die hier nichtschraffiert dargestellt sind. Bei einem anderen, zeichnerisch nicht dargestellten Ausführungsbeispiel sind die nichtempfindlichen Bereiche meist sehr viel kleiner, ja sie können im Extremfall bis zur abstandslosen Aneinandergrenzung der Einzelemente zusammenschrumpfen, ohne daß dadurch der Rahmen der Erfindung verlassen würde. Die Detektorelemente werden so verschoben, daß ihre Mittenlagen nacheinander die markierten Scanpositionen I bis IV einnehmen. Die punktierte Linienführung kann man auch als Abtastschleife auffassen. Hierbei mißt das Einzelement in der Position I die über seine Empfangsfläche integrierte Strahlungsstärke. Das resultierende Signal wird digitalisiert und in einem zeichnerisch nicht näher dargestellten Speicher eines Bildverarbeitungssystems abgelegt. In gleicher Weise wird nach Verschieben des Einzelementes in die Scanpositionen II, III und IV verfahren, so daß in dem gezeigten Beispiel eine vollständige und lückenlose Abtastung der Bildinformation möglich ist.

Mit der Detektormatrix von  $m \times n$  Einzelementen liegt die Bildinformation beim  $2 \times 2$ -Mikroscan in  $(2m) \times (2n)$  Pixeln vor, das heißt die Orts- und Winkelauflösung des Bildsensors ist gegenüber einer Abtastung ohne Mikroscan um den Faktor 2 verbessert.

Die optimale, durch den Mikroscan erreichbare Auflösung ist nach dem Nyquist-Theorem mit der Detektorabmessung  $d$  verknüpft durch  $\Delta = d/2$ . Daher kann auch bei nahezu aneinandergrenzenden Einzelementen die Orts- und Winkelauflösung durch das Mikroscanverfahren verbessert werden, wenn durch entsprechende Maßnahmen die sich überlappenden Bildinformationen entfaltet werden.

In Fig. 2 sind die prinzipiellen Bauformen des Abtastelementes sowie seine örtlichen Einbaumöglichkeiten innerhalb des optischen Systems dargestellt. Einfachheit halber ist jeweils nur ein Abtastelement gezeichnet; mit ihm läßt sich u. a. das quadratische Ablenkmuster gemäß Fig. 1 durch schrittweises Drehen um jeweils  $90^\circ$  erzeugen. Im speziellen zeigt Fig. 2a eine keilförmige Platte vor dem Objektiv einer nicht näher dargestellten Abtastvorrichtung. Fig. 2b zeigt einen gekippten Spiegel oder auch eine gekippte Plan- oder Keilplatte im konvergenten Strahlengang zwischen Objektiv und Detektor, wobei beim Einsatz eines Spiegels bedarfsweise auch die Einbauposition vor dem Objektiv möglich ist. In Fig. 2c ist ein gekippter Spiegel gleichfalls zwischen Objektiv und Detektor vorgesehen, wobei der Spiegel hier auch Umlenkfunktion hat.

Bei Rotation des Abtastelementes dagegen beschreibt der abgelenkte Strahl einen Kreisbogen, wie er in Fig. 3 mit den vier markierten Scanpositionen I, II, III und IV dargestellt ist.

Bei hohen Bildfolgefrequenzen und damit schnellen

Abtastvorgängen kann das schrittweise Drehen zu erheblichen Anforderungen an die Antriebselemente führen. Die vorliegende Erfindung verwendet daher für schnelle  $2 \times 2$ -Mikroscanabtastung, wie sie z. B. für standardisierte 25 Hz-Bildwiedergabefrequenz benötigt wird, ein synchronisiertes, kontinuierlich und gegenläufig rotierendes Paar von Abtastelementen, mit denen es gleichfalls möglich ist, ein nahezu quadratisches Abtastmuster ähnlich Fig. zu erzeugen.

Hierbei resultiert die Gesamtablenkung  $A(t)$  des optischen Strahls aus der vektoriellen Summe der Ablenkungen der einzelnen Abtastelemente mit

$$A(t) = A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t + \Phi)$$

wobei:

$\omega_1, \omega_2$  = die Rotationsfrequenzen der beiden Abtastelemente,

$A_1, A_2$  = die individuellen Ablenkungen der Ablenkelemente und

$\Phi$  = die Phasendifferenz zwischen den beiden Ablenkungen zum Zeitpunkt  $t = t_0$  sind bzw. ist.

Fig. 4 zeigt eine zyklische Ablenkfigur wie sie durch die entsprechende Wahl der individuellen Ablenkwinkel und Rotationsgeschwindigkeiten mit gegenläufig rotierenden Abtastelementen erzeugt werden kann. Der optische Strahl muß hierfür während der Umkehr für einen längeren Zeitraum annähernd am gleichen Ort, das heißt an den Eckpunkten des angenäherten Quadrates, verharren. Die dargestellte Ablenkzykloide gilt für den Fall, daß die Ablenkungen  $A_1$  von Ablenkelement 1 und  $A_2$  von Ablenkelement 2 im Verhältnis  $A_1 : A_2 = 2 : 1$  und die Rotationsfrequenzen  $\omega_1$  bzw.  $\omega_2$  im Verhältnis  $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 3$  stehen. Die Phasendifferenz ist hier  $\Phi = 60^\circ$  und das Verhältnis der Verweildauer in den Umkehrpunkten zur Gesamtdauer einer Scanperiode, der sogenannte Scanwirkungsgrad, liegt bei ca. 70%. Es versteht sich, daß bei anderen Ausführungsbeispielen auch andere Zahlenverhältnisse, Phasendifferenzen und Scanwirkungsgrade möglich sind, ohne hierdurch den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die gegenläufige Rotationsbewegung der beiden Ablenkelemente läßt sich mit dem festen Verhältnis der Rotationsfrequenzen über einen einzelnen Antrieb mit abgestimmten Übersetzungsverhältnissen realisieren, und zwar beispielsweise durch eine mechanische Zwangskopplung mit Hilfe von Zahnrädern, Zahnketten, Keilriemen und dgl.

#### Patentansprüche

1. Optoelektronisches Abtastverfahren, sogenanntes Mikroscanverfahren, bei dem die Abbildung auf einem Matrixdetektor erfolgt, und zwar mittels optischem Abtastelement, das in definierten Abtastschritten relativ zu dem interessierenden Bild nach Art einer Abtastschleife dergestalt verschoben wird, daß die vier zueinander orthogonalen Abtastschritte maximal den Abmessungen seiner Einzellelemente entsprechen, deren Auflösung durch die Abmessungen, ihren gegenseitigen Abstand und die gegenseitigen Mittelabstände gegeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß

- a) zwei gleiche Abtastelemente mit synchronisiert gegenläufiger Richtung verwendet werden,
- b) mit unterschiedlichen Rotationsfrequenzen

und Ablenkwirkungen periodische Ablenkungen erzeugt werden und  
c) die Orientierung des Ablenkmusters durch die Phasendifferenz der individuellen Ablenkwirkungen definiert wird.

2. Optoelektronisches Abtastverfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Abtastelement paarweise und mit definierten Neigungswinkeln relativ zur optischen Achse angeordnete Spiegel, optisch transparente Keile (Fig. 2a) oder optisch transparente Planplatten (Fig. 2b) verwendet werden.

3. Optoelektronisches Abtastverfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die gegenläufigen Rotationsbewegungen der beiden Abtastelemente mit Hilfe einer mechanischen Zwangskopplung synchronisiert werden.

4. Optoelektronisches Abtastverfahren nach Patentanspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesamtablenkung  $A(t)$  des optischen Strahls aus der vektoriellen Summe  $A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t + \Phi)$  der Ablenkungen der Einzelplatten, -spiegel oder -keile gewonnen wird.

5. Optoelektronisches Abtastverfahren nach einem der vorausgehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelplatten, -spiegel oder -keile mittels individueller Ablenkwinkel und Rotationsbewegungen angetrieben und der optische Strahl in seinen Ablenkpositionen (I, II, III, IV), die gleichzeitig seinen Umlenkpunkten entsprechen, jeweils über einen längeren Zeitraum annähernd am gleichen Ort gehalten wird (Fig. 4).

6. Optoelektronisches Abtastverfahren nach Patentanspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelablenkungen  $A_1$  der einen Einzelplatte und die Einzelablenkung  $A_2$  der anderen Einzelplatte im Verhältnis  $A_1 : A_2 = 2 : 1$  und die Rotationsfrequenzen  $\omega_1$  und  $\omega_2$  im Verhältnis  $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 3$  angewendet werden.

7. Optoelektronisches Abtastverfahren nach einem der vorausgehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von den ursprünglich zwei Abtastelementen nur ein einziges verwendet wird, indem es in definierten Winkelschritten in die jeweilige Ablenkposition gedreht wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

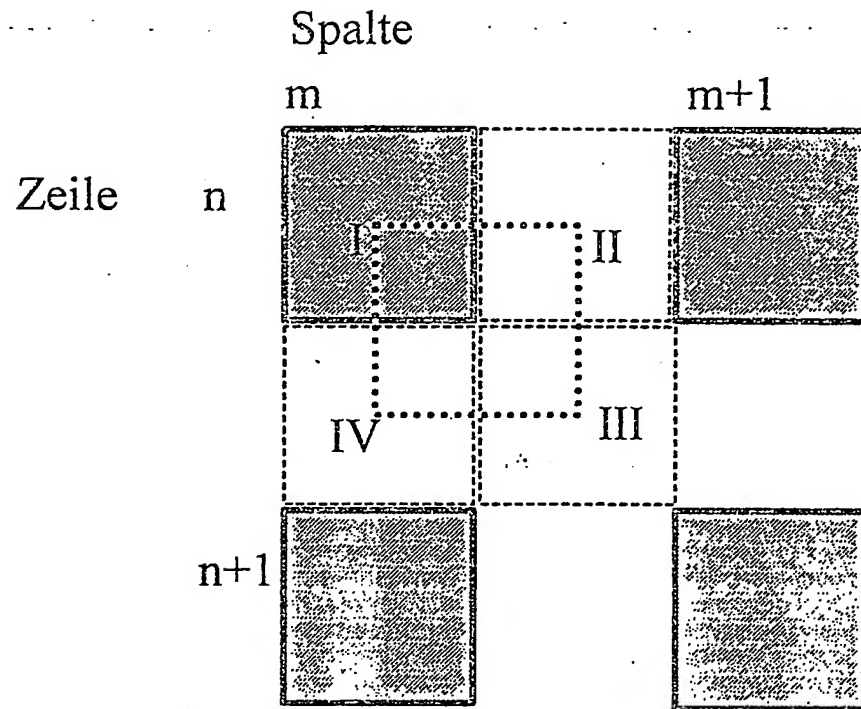


Fig. 1

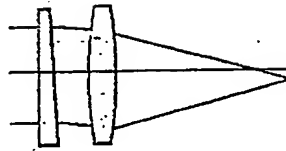


Fig. 2a

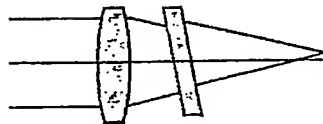


Fig. 2b

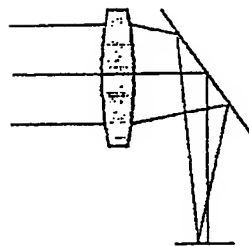


Fig 2c

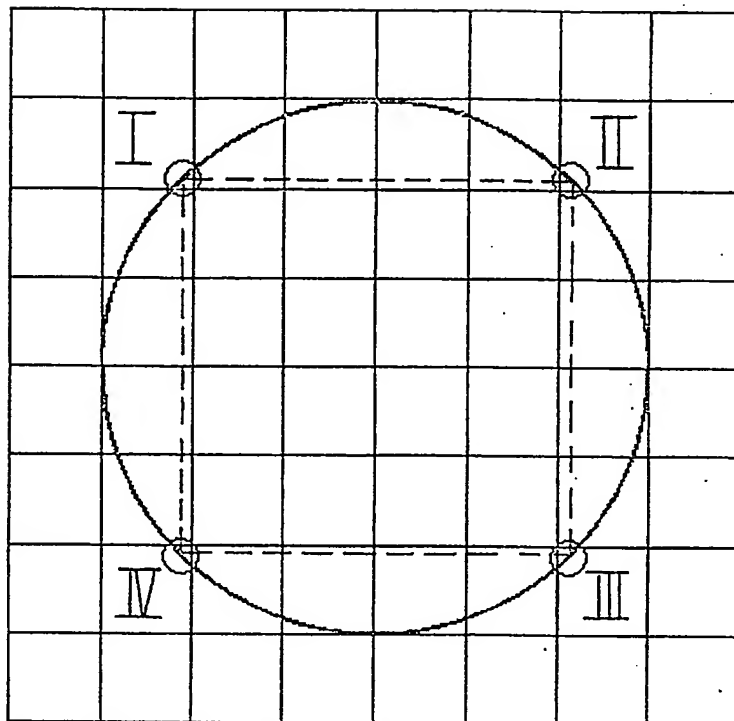


Fig. 3

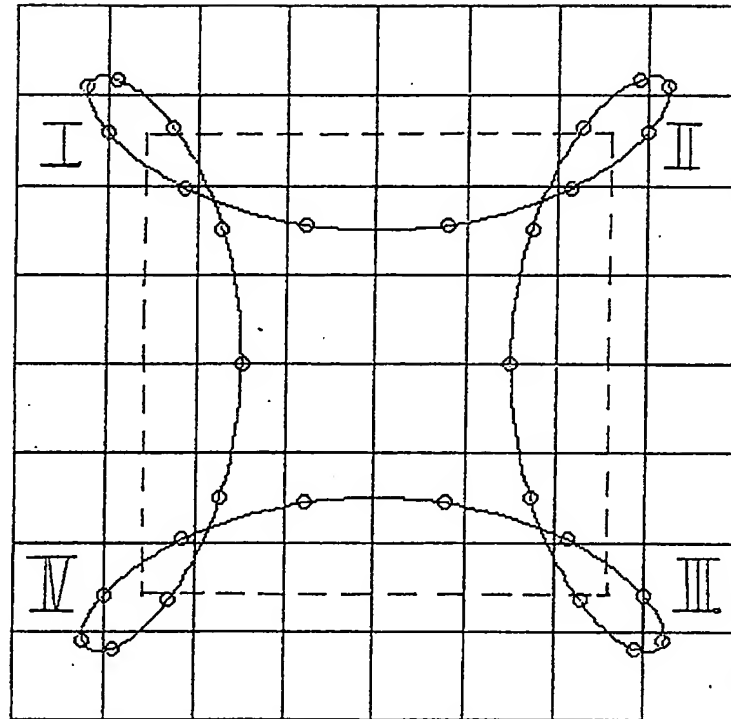


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**